

**Monitoramento de Parâmetros
Microbiológicos em Áreas
Manejadas sob Plantio Direto
na Bacia Hidrográfica do
Alto Taquari, MS**



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agropecuária Oeste
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 38

Monitoramento de Parâmetros Microbiológicos em Áreas Manejadas sob Plantio Direto na Bacia Hidrográfica do Alto Taquari, MS

Fábio Martins Mercante
Auro Akio Otsubo
Rogério Ferreira da Silva
Luís Carlos Hernani
Henrique de Oliveira

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agropecuária Oeste

BR 163, km 253,6 -
Trecho Dourados-Caarapó
Caixa Postal 661
79804-970 Dourados, MS
Fone: (67) 3425-5122
Fax: (67) 3425-0811
www.cpa.embrapa.br
E-mail: sac@cpao.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Renato Roscoe*

Secretário-Executivo: *Júlio Cesar Salton*

Membros: *Augusto César Pereira Goulart, Clarice Zanoni Fontes, Edvaldo Sagrilo, Eli de Lourdes Vasconcelos, Francisco Marques Fernandes, Guilherme Lafourcade Asmus, Márcia Mayumi Ishikawa e Walder Antonio Gomes de Albuquerque Nunes*

Supervisão editorial, Revisão de texto e Editoração eletrônica:

Eliete do Nascimento Ferreira

Normalização bibliográfica: *Eli de Lourdes Vasconcelos*

Foto da capa: *Fábio Martins Mercante*

1ª edição

(2006): online

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei N° 9.610).

CIP-Catálogo-na-Publicação.

Embrapa Agropecuária Oeste.

Monitoramento de parâmetros microbiológicos em áreas
manejadas sob plantio direto na Bacia Hidrográfica do Alto
Taquari, MS / Fábio Martins Mercante ... [et al.].

Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006.

22 p. ; 21 cm. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento /
Embrapa Agropecuária Oeste, ISSN 1679-0456 ; 38).

1. Plantio direto - Microbiologia do solo - Rio Taquari Mato
Grosso do Sul. 2. Manejo do solo - Biomassa - Rio Taquari -
Mato Grosso do Sul. 3. Bacia Hidrográfica - Rio Taquari - Mato
Grosso do Sul. Mercante, Fábio Martins. II. Embrapa
Agropecuária Oeste. III. Série.

Sumário

Resumo 5

Abstract 7

Introdução 9

Material e Métodos 11

Resultados 15

Conclusões 18

Agradecimentos 18

Referências 19

Monitoramento de Parâmetros Microbiológicos em Áreas Manejadas sob Plantio Direto na Bacia Hidrográfica do Alto Taquari, MS

Fábio Martins Mercante¹

Auro Akio Otsubo²

Rogério Ferreira da Silva³

Luís Carlos Hernani⁴

Henrique de Oliveira⁵

Resumo

Este estudo visou o monitoramento de parâmetros microbiológicos, especialmente a biomassa microbiana e sua atividade, como bioindicadores da qualidade do solo em propriedades agrícolas manejadas sob sistema plantio direto na Bacia do Alto Taquari. Como referências comparativas, foram amostradas áreas de pastagem e sistema natural (mata). As coletas foram realizadas no período de maturação das culturas de soja e algodão, nas safras agrícolas de 1999/2000, 2000/2001 e 2001/2002. Os resultados demonstraram que as práticas agrícola e pecuária afetaram a biomassa microbiana, reduzindo os teores de C microbiano em comparação ao sistema natural, em cerca de 36% e 63%, respectivamente. Nas três avaliações realizadas, os valores de C microbiano verificados no sistema plantio direto foram superiores aos observados no sistema sob pastagem, indicando que o sistema plantio direto pode proporcionar maior imobilização temporária de nutrientes e, conseqüentemente, menores perdas de nutrientes do sistema

¹Eng. Agrôn., Dr., Embrapa Agropecuária Oeste, Caixa Postal 661, 79804-970 Dourados, MS. E-mail: mercante@cpao.embrapa.br

²Eng. Agrôn., M.Sc., Embrapa Agropecuária Oeste. E-mail: auro@cpao.embrapa.br

³Pós-Doutorando da Embrapa Agropecuária Oeste/CNPq. E-mail: rogerio@cpao.embrapa.br

⁴Eng. Agrôn., Dr., Embrapa Agropecuária Oeste. E-mail: hernani@cpao.embrapa.br

⁵Eng. Agrôn., M.Sc., Embrapa Pantanal, caixa Postal 109, 79320-900 Corumbá, MS. E-mail: henrique@cpao.embrapa.br

solo-planta do que os sistemas sob pastagens avaliados. Os valores do quociente microbiano para o sistema plantio direto e para o sistema sob pastagem foram inferiores aos do sistema natural, indicando que o manejo do solo, na forma como vem sendo conduzido, especialmente em áreas de pastagens nas propriedades localizadas na Bacia do Alto Taquari avaliadas, tende a ocasionar perdas de C, ao longo do tempo, podendo levar o solo à degradação.

Termos para indexação: biomassa microbiana, manejo do solo, bacia hidrográfica.

Monitoring Microbiological Parameters in Managed Areas under No-Tillage in Alto Taquari Basin, MS

Abstract

This study was carried out to assess microbial parameters, especially the microbial biomass and its activity, as soil quality indicators in agricultural farms under no-tillage system in Alto Taquari Basin. Sites under pasture and native vegetation system were used as comparative references. Samplings were carried out during full maturity of soybean and cotton crop, in 1999/2000, 2000/2001 and 2001/2002 summer seasons. Results have shown that agricultural and livestock practices affected the microbial biomass, reducing the amount of microbial C in comparison to the natural system in about 36 and 63%, respectively. In all evaluations, the values of microbial C in the no-tillage system were higher than observed in the pasture system, indicating that the no-tillage system can provide larger temporary immobilization of nutrients and, consequently, smaller losses of nutrients of the soil-plant system than the systems under pastures. Microbial quotient values for the no-tillage and pasture systems were smaller than the natural system, indicating that the soil management, as has been conducted, especially in pastures areas in the located farms of Alto Taquari Basin, tends to cause losses of C in a period of time that leads to soil degradation.

Index Terms: microbial biomass, soil management, Taquari River.

Introdução

A Bacia Hidrográfica do Alto Taquari (BAT) compreende uma das principais áreas da rede de drenagem da Bacia do Alto Paraguai, abrangendo uma área aproximada de 28.000 km². Essa Bacia está localizada nos Estados de Mato Grosso do Sul (86,5%) e Mato Grosso (13,5%) e exerce grande influência sobre os ecossistemas aquáticos da planície do Rio Taquari, no Pantanal (Galdino et al., 2005; Vieira & Galdino, 2005).

Diversos estudos têm demonstrado que o assoreamento do Rio Taquari constitui um dos mais graves problemas de impacto ambiental e sócio-econômico do Pantanal e, particularmente, do Estado de Mato Grosso do Sul (Hernandez Filho et al., 1998; Soriano et al., 2001; Programa..., 2004). Apesar do transporte de sedimentos pelo Rio Taquari e de sua deposição na planície de inundação ser um fenômeno natural, esse processo vem sendo intensificado desde meados da década de 1970, em razão da expansão desordenada da agropecuária na região de planalto correspondente à Bacia (Soriano et al., 2001; Souza et al., 2002). De acordo com os estudos conduzidos na região do Pantanal e da Bacia do Alto Paraguai, riscos severos de danos ambientais, como o aumento dos processos de erosão, estão sendo determinados pela ocupação antrópica. As áreas do Alto Taquari ocupadas com pastagens cultivadas e ocupação agrícola intensificada são as mais castigadas, em razão do manejo inadequado do solo, da ausência de práticas de conservação do solo, do desmatamento indiscriminado nas encostas e da remoção das matas de galeria (Souza et al., 2002; Programa..., 2004). Deve-se considerar que, nos sistemas agrícolas de cultivo convencional contínuo, com preparo por meio de implementos de disco, o solo vai perdendo a sua capacidade produtiva, com ocorrência de perdas por erosão e lixiviação de nutrientes, entre outros fatores, causando reflexos na qualidade ambiental (Hernani et al., 1997, 1999). Por outro lado, o sistema de cultivo em Plantio Direto proporciona, principalmente na camada até 10 cm de profundidade do solo, alterações benéficas nos atributos químicos, físicos e biológicos em comparação ao sistema convencional (Bayer & Mielniczuk, 1999; Mendes et al., 2003; Roscoe et al., 2006b). Com isso, altera-se a dinâmica dos nutrientes no solo, favorecendo uma maior eficiência no seu aproveitamento (Bayer & Mielniczuk, 1999; Resck et al., 1999; Gabriel Filho et al., 2000; Roscoe et al., 2006a).

No período de 1999 a 2004, para implementar práticas recomendadas no Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - PCBAP (Programa..., 2004), visando melhorar e restaurar o funcionamento ambiental do ecossistema, um amplo projeto de pesquisa foi conduzido. Entre as atividades desenvolvidas está o monitoramento integrado da Bacia Hidrográfica do Alto Taquari, para a identificação de formas de manejo mais adequado aos sistemas de produção agropecuária, atuando como fator determinante da qualidade ambiental da área de influência dessa bacia.

O presente estudo visou o monitoramento de parâmetros microbiológicos como bioindicadores da qualidade do solo em propriedades agrícolas da BAT sob sistema plantio direto, os quais foram comparados a sistemas de produção extensiva de gado de corte e a sistemas de mata natural, utilizados como referências. Tem sido mostrado que a biomassa microbiana do solo representa o parâmetro mais sensível de detecção das mudanças iniciais no conteúdo de matéria orgânica do solo (Carter, 1986; Powlson et al., 1987), correspondendo a 2-5% do carbono orgânico total no solo, e representa a fração lábil da matéria orgânica (Jenkinson & Ladd, 1981; Roscoe et al., 2006b). A atividade dos microrganismos resulta na decomposição da matéria orgânica do solo, participando diretamente do ciclo biogeoquímico dos nutrientes e, conseqüentemente, mediando a sua disponibilidade no solo. Assim, a biomassa microbiana do solo atua como importante reservatório de nutrientes disponíveis às plantas (Wardle, 1992; Roscoe et al., 2006b). A quantidade e qualidade dos resíduos vegetais nos sistemas produtivos provocam alterações na composição da comunidade microbiana, influenciando a sua taxa de decomposição. Assim, os sistemas de manejo do solo atuam diretamente na persistência dos resíduos no solo, no tamanho da biomassa microbiana e, conseqüentemente, na sustentabilidade dos agroecossistemas.

Material e Métodos

Sítios de amostragem de solo e sistemas de produção

Os sítios de amostragem do solo localizaram-se em propriedades rurais sob influência da BAT, nos Municípios de São Gabriel do Oeste, MS (Fazendas Santa Paula, Lagoa e Calábria), Alto Taquari, MT (Fazendas Bambuzal e Treze Pontos) e Costa Rica, MS (Fazenda Planalto), conforme Fig.1.

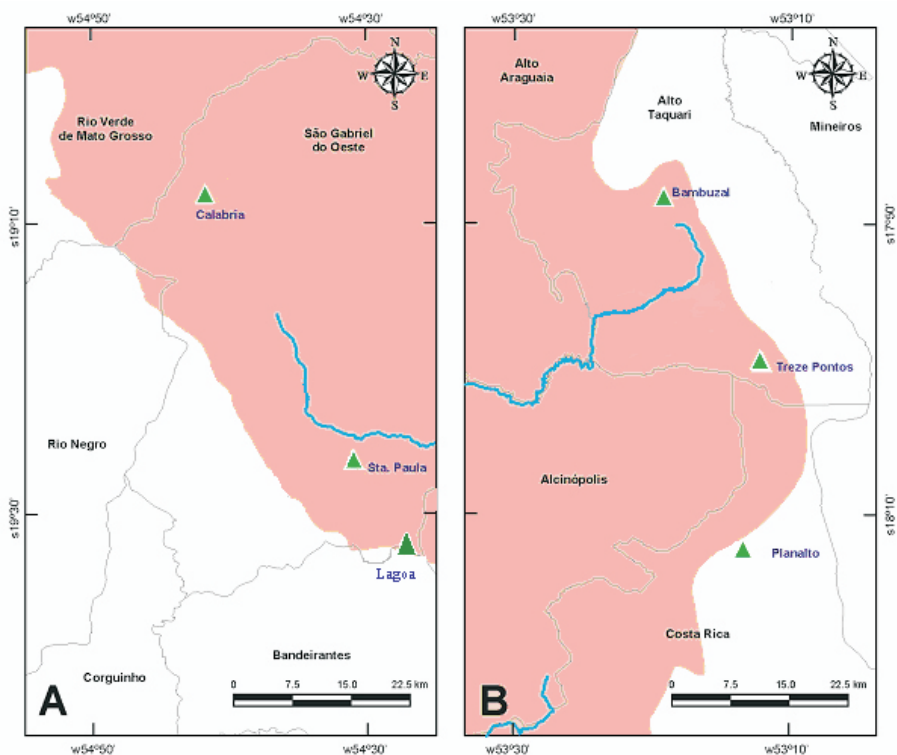


Fig. 1. Localização das propriedades rurais monitoradas, na região de São Gabriel do Oeste (A), Alto Taquari e Costa Rica (B), localizadas na Bacia Hidrográfica do Alto Taquari.

As amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0,0-0,10 m, em lavouras cultivadas sob sistema plantio direto, tendo áreas com pastagem e sistema natural (Mata) como referências para comparação. As amostragens foram realizadas no estágio de maturação das culturas de soja e algodão. Na safra 1999/2000, foram coletadas e submetidas a análises microbiológicas um total de 28 amostras simples, sendo 24 amostras obtidas em áreas cultivadas com soja ou com algodão em Plantio Direto, uma em área de pastagem e três em sistema natural (Mata). Na safra 2000/2001, foram realizadas 38 amostragens simples em áreas de cultivo de soja ou algodão sob plantio direto, além de amostras simples em pastagens e sistema natural. Na safra seguinte (2001/2002), as amostragens foram realizadas em doze locais cultivados com soja e três com algodão em plantio direto, sendo cada amostra composta de três subamostras. Amostragens compostas de três subamostras também foram realizadas em duas propriedades rurais em áreas de pastagem e em uma propriedade sob sistema natural.

O sistema de produção de soja em plantio direto mais comum envolvia a semeadura direta da soja na palhada de milho. Esta gramínea é semeada à lanço e suas sementes são incorporadas com gradagem niveladora ao final do período das chuvas (março-abril), sendo sua parte aérea dessecada com herbicidas para o cultivo subsequente da soja. A sequência soja - milho safrinha (segunda safra), no período desse monitoramento, também ocorria na época, porém, com menos frequência que a soja - milho.

No sistema algodão - milho, o manejo dessa gramínea é semelhante ao descrito anteriormente, sendo o algodoeiro cultivado em semeadura direta após dessecação do milho. Ressalta-se que, em muitos casos, por força da lei, os agricultores incorporavam os resíduos da cultura do algodoeiro.

Neste contexto, deve-se destacar que o manejo do sistema plantio direto usado pelos produtores contém uma série de inadequações que distanciam tais práticas do conceito conservacionista do Sistema Plantio Direto.

Estimativa da biomassa microbiana do solo

Os teores de carbono da biomassa microbiana foram determinados pelo método da fumigação-extração, proposto por Vance et al. (1987) e Tate et al. (1988). Inicialmente, as amostras de solo foram peneiradas (<2mm) e subdivididas em triplicatas, sendo que três amostras (20,0 g) foram fumigadas com clorofórmio previamente purificado. Após a fumigação, foi feita a extração do C nas amostras fumigadas e não fumigadas, utilizando K_2SO_4 . Em seguida, realizou-se a determinação do C por dicromatometria, seguida de titulação com sulfato ferroso amoniacal. A estimativa da biomassa, representada pelo carbono microbiano, seguiu a relação utilizada por Gama-Rodrigues (1992): $(Vb - Va) \cdot NFeSO_4 \cdot 0,003 \cdot 50 \cdot 10^6 / (8 \cdot Ps)$ (g), onde Vb representa o volume (ml) de sulfato ferroso gasto na titulação do branco; Va , o volume (ml) de sulfato amoniacal gasto na titulação da amostra; $NFeSO_4$, a normalidade do sulfato padronizado, e Ps , o peso do solo seco (g). A determinação do carbono foi utilizada para a estimativa do C da biomassa microbiana, segundo a fórmula: $(g\ C\ de\ solo\ fumigado - g\ C\ de\ solo\ não\ fumigado) / 0,33$.

Determinação da atividade microbiana

No presente estudo, utilizou-se o método da respirometria (evolução de CO_2), com a umidade das amostras de solo ajustada para 80% de sua capacidade de campo. As amostras (50 g) foram colocadas em recipientes hermeticamente fechados, individualmente, onde o $C-CO_2$ produzido foi captado por uma solução de NaOH 1,0 N. Após um período de incubação de sete dias, o $C-CO_2$ foi quantificado por titulação com HCl 1 N, acrescentando-se uma solução saturada de $BaCl_2$ para precipitação de Na_2CO_3 . Todas as determinações foram efetuadas em triplicatas.

Determinação do quociente metabólico (qCO_2)

O quociente metabólico, definido pela relação entre a respiração e o C da biomassa microbiana, foi determinado conforme Anderson & Domsch (1990), pela equação: $mg\ C-CO_2\ g\ solo\ fresco^{-1}\ h^{-1} / mg\ biomassa-C\ g\ solo^{-1}$.

Quociente microbiano

Os índices da qualidade nutricional da matéria orgânica foram expressos pelo quociente microbiano, definido pela relação entre o C da biomassa microbiana e o C orgânico total do solo.

Resultados

a) Carbono da biomassa microbiana do solo

Nas avaliações realizadas nas safras agrícolas 1999/2000, 2000/2001 e 2001/2002, verificou-se que as práticas agrícola e pecuária afetaram a biomassa microbiana, reduzindo os teores de C microbiano em comparação ao sistema natural, em cerca de 36% e 63%, respectivamente (Tabela 1). De modo geral, tem sido verificado que a conversão de um sistema natural em áreas agrícolas implica numa redução acentuada nos teores de carbono orgânico com o preparo do solo, que está relacionada com a diminuição das adições de C e com as condições mais favoráveis à decomposição da matéria orgânica nos sistemas de cultivo. Estas alterações nos teores de C orgânico são afetadas especialmente pela intensidade de revolvimento e pela cobertura do solo. Num sistema natural, o balanço entre as adições e perdas de carbono leva a um estado de equilíbrio dinâmico, o que, de maneira geral, não se verifica em áreas sob cultivo agrícola ou sob pastagem, onde o processo de decomposição da matéria orgânica é facilitado. Em uma compilação de dados obtidos para solos brasileiros, Roscoe et al. (2006b) observaram que, para sistemas naturais, foram registrados valores entre 101 e 1.520 mg C kg⁻¹ de solo, sendo que somente em ambientes com teores muito baixos de carbono orgânico total foram observados valores inferiores a 350 mg C kg⁻¹ de solo, como os verificados no presente estudo.

No manejo do solo em sistema plantio direto, os valores médios de C microbiano variaram entre 98 e 162 µg C g⁻¹ solo seco. No sistema de pastagem, os valores médios de C microbiano variaram entre 40 e 110 µg C g⁻¹ solo seco (Tabela 1). Nas três avaliações realizadas, os valores de C microbiano verificados no sistema plantio direto foram cerca de 32%, 43% e 59% superiores aos observados no sistema sob pastagem, indicando que o sistema plantio direto pode proporcionar maior imobilização temporária de nutrientes e, conseqüentemente, menores perdas de nutrientes no sistema solo-planta do que os sistemas sob pastagens extensivas.

Tabela 1. Carbono da biomassa microbiana, respiração basal (C-CO₂), quociente metabólico (qCO₂) e quociente microbiano (C mic/ C org), determinados na camada de solo de 0-10 cm de profundidade, em diferentes propriedades localizadas na Bacia Hidrográfica do Alto Taquari, entre 1999 e 2002.

Uso do solo ⁽¹⁾	N° de amostras ⁽²⁾	C da biomassa microbiana	Atividade microbiana (C-CO ₂)	Quociente metabólico-qCO ₂		Quociente microbiano (C mic/C org) %
		µg C. g solo ⁻¹	µg C-CO ₂ . g solo ⁻¹ . dia ⁻¹	µg C-CO ₂ . µ C _{mic} ⁻¹ h ⁻¹		
..... Safra 1999/ 2000						
SPD	24	162,03	2,92		10,54	5,51
PAS	01	110,14	0,89		5,54	8,57
SN	03	263,57	1,70		4,95	7,88
..... Safra 2000/ 2001						
SPD	38	156,70	8,62		53,07	5,66
PAS	06	88,96	12,36		68,80	5,15
SN	09	279,48	7,42		16,70	10,17
..... Safra 2001/ 2002						
SPD	15	97,66	13,45		110,57	2,97
PAS	02	40,25	11,61		127,64	1,78
SN	01	112,71	17,87		349,37	3,23

⁽¹⁾ SPD: sistema plantio direto; PAS: pastagem; SN: sistema natural (mata nativa).

⁽²⁾ **Safra 1999/2000:**

SPD = Amostras simples em 15 pontos cultivados com soja e 9 em cultivos de algodão, abrangendo 24 diferentes talhões.

Pastagem e Sistema natural = Amostras simples, coletadas em diferentes propriedades rurais.

Safra 2000/2001:

SPD = Amostras simples em 26 locais cultivados com soja e 12 em cultivos de algodão, abrangendo 13 (treze) talhões.

Pastagem = Amostras simples, coletadas em duas propriedades rurais.

Sistema natural = Amostras simples, coletadas em três propriedades rurais.

b) Atividade microbiana e quociente metabólico

Os valores da atividade microbiana foram bastante variáveis entre as diferentes épocas de avaliação. Na safra 1999/2000, verificou-se os valores mais elevados da atividade microbiana ($C-CO_2$), no sistema plantio direto, seguido pelo sistema natural (mata nativa) e pastagem, respectivamente. Na safra 2000/2001, os valores mais elevados da atividade microbiana foram verificados no sistema sob pastagem e os mais reduzidos, no sistema natural. Na safra seguinte, o sistema natural proporcionou a maior atividade microbiana (Tabela 1). Contudo, as médias da atividade microbiana nas três safras indicaram que o sistema natural proporcionou os maiores valores, seguido pelo sistema plantio direto e sistema sob pastagem, respectivamente.

Valores mais elevados da respiração basal (liberação de $C-CO_2$) implicam em maior atividade biológica, que está diretamente relacionada com a disponibilidade de C do solo e/ou da biomassa microbiana. Entretanto, ao analisar os valores de quociente metabólico, que expressa taxa de respiração específica, verificou-se que o sistema plantio direto proporcionou maior eficiência no uso do C pela comunidade microbiana do que os demais sistemas, quando considerada a média das três safras. Em duas safras (1999/2000 e 2000/2001), os valores mais reduzidos de quociente metabólico foram verificados no sistema natural, sistema plantio direto e sistema natural, respectivamente. Deve-se ressaltar, que uma biomassa microbiana é mais eficiente, quanto menos C é perdido como CO_2 pela respiração e uma fração significativa de C é incorporada ao tecido microbiano (Gama-Rodrigues, 1999). De um modo geral, a respiração microbiana por unidade de biomassa (qCO_2) diminui em sistemas mais estáveis, próximos ao estado de equilíbrio (Insam & Domsch, 1988).

c) Quociente microbiano

De modo geral, os valores mais elevados do quociente microbiano, expresso pela relação entre o C microbiano e C orgânico total do solo, foram verificados no sistema natural, seguido pelo sistema plantio direto e sistema sob pastagem, respectivamente (Tabela 1). Os valores do quociente microbiano, correspondentes às médias das três safras, demonstraram que o sistema plantio direto e o sistema sob pastagem foram inferiores ao sistema natural, indicando que o manejo do solo como vem sendo conduzido nas propriedades da Bacia do Alto Taquari avaliadas, tende a ocasionar perdas de C no solo, ao longo do tempo, podendo levar o solo à degradação.

Conclusão

O manejo do solo que vem sendo adotado e denominado sistema plantio direto nas propriedades rurais avaliadas nas áreas de influência da Bacia do Alto Taquari, embora seja mais sustentável que o sistema sob pastagem extensiva, induz, ao longo do tempo, perdas de carbono, que podem levar gradativamente o solo à degradação.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao SRH/GEF/PNUMA/OEA pelo financiamento do Projeto Alto Paraguai, aos estagiários Adriane C. A. Braga, Andréia A. Soares, Kenya Alves de Almeida (“in memorian”) e Alexsandro D. Manjabosco pelo auxílio nas análises e aos proprietários rurais dos sítios avaliados, pelo apoio ao trabalho.

Referências

ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. Application of eco-physiological quotiens ($q\text{CO}_2$ and $q\text{D}$) on microbial biomasses from soils of different cropping histories. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 22, p. 251-255, 1990.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, 1999. p. 9-26.

CARTER, M. R. Microbial biomass as an index for tillage-induced changes in soil biological properties. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 7, p. 29-40, 1986.

GABRIEL FILHO, A.; PESSOA, A. C. S.; STROHHAecker, L.; HELMICH, J. J. Preparo convencional e cultivo mínimo do solo na cultura de mandioca em condições de adubação verde com ervilhaca e aveia preta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 953-957, nov./dez. 2000.

GALDINO, S.; VIEIRA, L. M.; PELLEGRIN, L. A. (Ed.). **Impactos ambientais e sócio-econômicos na Bacia do Rio Taquari – Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2005. 356 p.

GAMA-RODRIGUES, E. F. **Biomassa-C microbiana de solos de Itaguaí**: comparação de métodos de fumigação-incubação e fumigação-extração. 1992. 108 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí.

GAMA-RODRIGUES, E. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo**: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Genesis, 1999. p. 227-243.

HERNANI, L. C.; KURIHARA, C. I.; SILVA, W. M. Sistemas de manejo de solo e perdas de nutrientes e matéria orgânica por erosão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 23, n. 1, p. 145-154, jan./fev. 1999.

HERNANI, L. C.; SALTON, J. C.; FABRICIO, A. C.; DEDECEK, R.; ALVES JÚNIOR, M. Perdas por erosão e rendimentos de soja e de trigo em diferentes sistemas de preparo de um Latossolo Roxo de Dourados (MS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, n. 4, p. 667-676, out./dez. 1997.

HERNANDEZ FILHO, P.; PONZONI, F. J.; PEREIRA, M. N. Mapeamento da fitofisionomia e do uso da terra de parte da Bacia do Alto Taquari mediante o uso de imagens TM/LANDSAT e HRV/SPOT. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, p. 1755-1762, out. 1998. Número especial.

INSAM, H.; DOMSCH, K. H. Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites. **Microbiol Ecology**, New York, v. 15, p. 177-188, 1988.

JENKINSON, D. S.; LADD, J. N. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: PAUL, E. A.; LADD, J. N. (Ed.). **Soil biochemistry**. New York: Marcel Decker, 1981. v. 5, p. 415-471. (Books in soils and the environment).

MENDES, I. C.; SOUZA, L. V.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. Propriedades biológicas em agregados de um Latossolo Vermelho-Escuro sob plantio convencional e direto no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 435-443, maio/jun. 2003.

POWLSON, D. S.; BROOKES, P. C.; CHRISTESEN, B. T. Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in total soil organic matter due to straw incorporation. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 19, p. 159-164, 1987.

PROGRAMA de ações estratégicas para o gerenciamento integrado do Pantanal e da Bacia do Alto Paraguai: relatório final. Brasília, DF: ANA: GEF: PNUMA: OEA, 2004. 315 p.

RESCK, D. V. S.; VASCONCELLOS, C. A.; VILELA, L.; MACEDO, M. C. M. Impact of conversion of Brazilian Cerrados to cropland and pasture land on soil carbon pool and dynamics. In: LAL, R.; KIMBLE, J. M.; STEWART, B. A. (Ed.). **Global climate change and tropical ecosystems**. Boca Raton: CRC, 1999. p. 169-196. (Advances in Soil Science).

ROSCOE, R.; BODDEY, R. M.; SALTON, J. C. Sistemas de manejo e matéria orgânica do solo. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. (Ed.). **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006a. p. 17-42.

ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; MENDES, I. C.; REIS JÚNIOR, F. B.; SANTOS, J. C. F.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana do solo: fração mais ativa da matéria orgânica. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. (Ed.). **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006b. p. 163-198.

SORIANO, B. M. A.; CLARKE, R. T.; CATELLA, A. C. **Evolução da erosividade das chuvas da Bacia do Alto Taquari**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2001. 18 p. (Embrapa Pantanal. Boletim de pesquisa, 25).

SOUZA, L. A. P. de; PORSANI, J. L.; SOUZA, O. C. de; MOUTINHO, L. Levantamento experimental GPR no Rio Taquari, Bacia do Pantanal Matogrossense. **Revista Brasileira de Geofísica**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, jan./abr. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-261X2002000100006>. Acesso em: 28 nov. 2006.

TATE, K. R.; ROSS, D. J.; FELTHAM, C. W. A direct extraction method to estimate soil microbial C: effects of experimental variables and some different calibration procedures, **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 20, p. 329-335, 1988.

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 19, p. 703-707, 1987.

VIEIRA, L. M.; GALDINO, S. **Agrotóxicos na Bacia do Alto Taquari e potenciais impactos no Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2005. 4 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado técnico, 50).

WARDLE, D. A. A comparative assessment of factors which influence microbial biomass carbon and nitrogen levels in soil. **Biological Reviews**, Praga, v. 67, p. 321-358, 1992.



Agropecuária Oeste

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

BR 163, km 253,6 - Trecho Dourados-Caarapó

Caixa Postal 661 - 79804-970 Dourados, MS

Telefone (67) 3425-5122 Fax (67) 3425-0811

www.cpao.embrapa.br

**Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento**

